

BREVET D'INVENTION

P.V. n° 936.102

Classification internationale :



1.392.469

C 02 b

Appareil pour produire des boues denses.

Société dite : FULLER COMPANY résidant aux États-Unis d'Amérique.

(Demande de brevet déposée au nom de Société dite : IIFILCO INCORPORATED.)

Demandé le 27 mai 1963, à 15^h 10^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 8 février 1965.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 12 de 1965.)

(Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 11 janvier 1963, sous le n° 250.813, au nom de M. Hilding B. GUSTAFSON.)

La présente invention est relative à un procédé et à un appareil pour produire des boues denses provenant d'opérations de précipitation chimiques. Plus particulièrement, l'invention concerne la production de boues denses contenant du calcium, du magnésium et/ou de l'aluminium.

Un but de l'invention est de procurer un procédé perfectionné pour la production de boue à partir de réactions de précipitation, qui a pour résultat une boue lourde et très dense.

Un autre but est de procurer un procédé perfectionné pour produire une boue, qui a pour résultat une boue lourde et très dense, malgré la présence de matières qui empêchent, dans la pratique actuelle, la formation d'une boue dense.

Encore un autre but est de procurer un procédé et un appareil perfectionnés pour la production d'une boue dense contenant du magnésium et/ou de l'aluminium.

Un autre but est de procurer un procédé pour la production d'une boue d'adoucissement dense et floculée relativement riche en magnésium, qui se dépose rapidement.

Les boues provenant de réactions de précipitation chimiques, telles que, par exemple, des boues d'adoucissement d'eau, présentent une grande variation en ce qui concerne le volume de la boue et des matières solides sèches en poids par unité de volume de la boue déposée. Des précipités ne contenant que du carbonate de calcium sont relativement denses et cristallins. La boue déposée a un volume relativement faible et il y a une relativement grande quantité en poids de matières solides sèches par unité de volume de la boue déposée.

Cette condition désirable se modifie, toutefois, lorsque du magnésium et/ou de l'aluminium sont présents dans la boue conjointement avec le carbonate de calcium. L'on considère généralement que la présence de magnésium et/ou d'aluminium rend la boue relativement légère, volumineuse et réduit sa quantité en matières solides sèches par unité de volume de boue déposée. La documentation rencontrée dans la littérature suggère que la caractéristique de légèreté est augmentée lorsque la proportion de magnésium et/ou d'aluminium dans la boue augmente par rapport au calcium. Ceci est démontré, par exemple, par un article de Black, « Disposal of Softening Plant Wastes », dans le « Journal American Water Works Association » de septembre 1949, page 819. La figure 1 de cet article indique le rapport existant entre le pourcentage en poids et le pourcentage en volume des matières solides de deux boues, l'une une boue de carbonate de calcium cristallin précipitée à partir d'une eau à faible teneur en magnésium et l'autre une boue floculante volumineuse précipitée à partir d'une eau à forte teneur en magnésium et coagulée avec de l'alun.

Divers procédés ont été mis au point pour résoudre le problème des boues légères et volumineuses dues à la présence de magnésium et/ou d'aluminium, en réduisant d'une façon ou d'une autre la teneur en magnésium et/ou en aluminium de la boue. Certains de ces procédés ont été décrits par Eidsness et Black dans un article « Carbonation of Water Softening Plant Sludge » dans le « Journal American Water Works Association », d'octobre 1957, page 1343.

La croyance généralisée que la présence de magnésium et d'aluminium a pour résultat des boues légères et volumineuses offrant une faible teneur en matières solides sèches par unité de volume de la boue déposée est correcte dans la mesure où il s'agit des pratiques courantes de précipitation de carbonate de calcium, d'hydroxyde de magnésium et d'hydroxyde d'aluminium. Toutefois, il s'est révélé que des boues riches en magnésium et/ou en aluminium ne doivent pas être légères et volumineuses et que

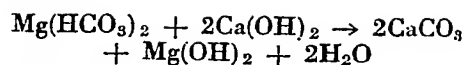
le procédé suivant lequel ces boues sont produites détermine si elles seront relativement légères ou relativement denses.

Le procédé suivant l'invention pour la production de boues denses avec une forte teneur en magnésium et/ou en aluminium a pour base la remise en cycle de boue provenant d'un grand nombre de réactions, la boue étant traitée avec de la chaux ou avec un autre agent de précipitation approprié pendant chaque cycle, opération suivie par la réaction avec la quantité voulue d'eau brute supplémentaire.

Il a été découvert que quand cette remise en cycle de la boue déposée obtenue à partir d'une réaction de précipitation vers la zone de réaction, avec addition d'un agent de précipitation à cette boue de retour, opération suivie par une réaction avec la quantité voulue d'eau brute supplémentaire, est constamment répétée il en résulte après une période initiale, une augmentation croissante de la densité apparente de la boue déposée, de telle sorte qu'une boue primitivement légère et volumineuse devient relativement dense. Il a été découvert qu'en augmentant le nombre de ces cycles, la densité de la boue augmente sans une augmentation correspondante en volume.

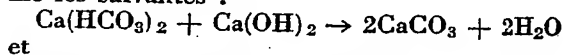
Avec le procédé suivant l'invention, la concentration en matières solides dans la zone de réaction sera plusieurs fois supérieure à celle qui est habituelle dans les procédés de contact de matières solides dits « à grande vitesse ». Ces fortes concentrations en matières solides résulteront d'au moins 50 cycles, mais de préférence d'un nombre encore beaucoup supérieur. Par opposition, la concentration de matières solides dans une unité de contact de matières solides à grande vitesse classique provient de 5 à 10 cycles. Ainsi qu'il ressortira des résultats d'essai donnés ci-après, avec cette faible concentration le volume de la boue augmente constamment lorsque l'on ajoute toujours plus de matières solides. Cette remise en cycle classique basée sur un nombre de 5 à 10 cycles n'a fourni aucune indication du fait que des boues volumineuses deviennent plus denses par répétition du cycle un beaucoup plus grand nombre de fois. L'appareillage disponible à présent, y compris les unités de contact de matières solides dites « à grande vitesse » ne permettent pas non plus l'établissement d'une boue de densité comparable.

La nature des eaux naturelles est telle que quand ces eaux sont mises en réaction avec de la chaux, la boue résultante contient toujours plus de carbonate de calcium que d'hydroxyde de calcium. Un cas extrême, dont on s'approche quelquefois mais qui ne survient en fait jamais, impliquerait une eau ne contenant pas de calcium et uniquement du bicarbonate de magnésium. La réaction de la chaux est dans ce cas la suivante :

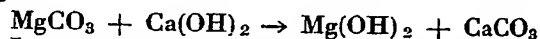


D'après cette réaction, l'on peut se rendre compte que la composition de la boue est de 200 parties de carbonate de calcium et de 58 parties d'hydroxyde de magnésium ou 77 % de carbonate de calcium et 23 % d'hydroxyde de magnésium. Lors de l'adoucissement de l'eau, une telle boue doit être considérée comme ayant une teneur en magnésium extrêmement élevée.

Une eau ayant une alcalinité de 136 au méthyl orange, 180 de calcium, 162 de magnésium (le tout sous forme de carbonate de calcium), a pour résultat lorsqu'elle est traitée avec une quantité de chaux suffisante, des réactions comme les suivantes :



et



La composition de la boue résultant des équations ci-avant est de 272 parties de carbonate de calcium + $(0,58 \times 162) = 94$ parties d'hydroxyde de magnésium, ou 74 % de carbonate de calcium et 26 % d'hydroxyde de magnésium.

Lorsque 500 ml de cette eau sont traités avec une quantité de chaux suffisante pour réaliser les réactions ci-avant, et avec 0,5 partie par million d'un polymère synthétique obtenu par polymérisation d'acrylamide et vendu par la firme Dow Chemical Company sous la marque déposée « Serapan », pour réaliser la floculation, le volume de la boue mesuré après cinq minutes de dépôt était de 50 ml. L'eau ayant déposé a été décantée, en laissant la boue dans un vase calibré de 500 ml. La chaux nécessaire a été ajoutée en tant que pâte de 10 mg par litre à la boue et mélangée, puis l'on a ajouté 400 ml d'eau brute répondant à l'analyse ci-avant, l'échantillon a été mélangé pendant 10 minutes, puis on a ajouté 0,5 partie par million de Serapan, ce qui a été suivi par un mélange supplémentaire pendant une minute. L'échantillon a alors été laissé à déposer pendant cinq minutes et l'on a déterminé le volume de la boue. Ce procédé a été répété 51 fois, avec les résultats suivants :

Cycle	Boue de 5 minutes volume	Boue de 5 minutes calcul des solides secs/litre
	ml	g
1	50	3,66
4	87	7,1
10	155	9,65
15	163	13,7
20	162	18,2
25	158	23,4
30	160	27,7
35	163	31,5
40	163	36,0
45	158	41,8
51	158	47,2

L'on se rend compte que jusqu'au quinzième cycle, le volume de boue a augmenté constamment jusqu'à un peu plus de trois fois sa valeur primitive, mais qu'il est resté pratiquement inchangé ensuite, avec une légère réduction pendant les dix derniers cycles. Par opposition, le poids des matières solides sèches par litre a augmenté pratiquement uniformément pendant l'ensemble des opérations et la valeur finale était pratiquement treize fois la valeur primitive. Cet exemple met clairement en évidence que le procédé suivant l'invention a pour résultat une augmentation constante de la densité apparente de la boue déposée, avec pour conséquence qu'une boue primitivement légère et volumineuse devient fort dense.

En augmentant la densité par ce système de mise en cycle, l'on préfère, pour obtenir les meilleurs résultats, que les cycles soient réalisés avec des augmentations telles que la boue n'augmente pas en volume mais uniquement en poids. Il s'est révélé qu'en ajoutant au cours de chaque cycle pas plus de 10 % de matières solides de boue au poids des matières solides de boue remise en cycle, l'on obtient le résultat désiré.

L'on a constaté des augmentations de densité également lorsque la boue renvoyée est diluée avec l'eau brute supplémentaire avant l'addition de la chaux. Il s'est également révélé que pour une eau d'une composition donnée, une réaction survenant pour une concentration de matière minérale, particulièrement celle résultant de la précipitation lors du traitement avec un agent de précipitation, de 1 000 parties par million produit une boue plus dense qu'une réaction survenant à une concentration de 100 parties par million et une réaction survenant à une concentration de 10 000 parties par million produit une boue plus dense que celle survenant à 1 000 parties par million.

Pour vérifier l'influence de l'aluminium sur le procédé, l'on a préparé une eau synthétique contenant 500 parties par million de bicarbonate de magnésium en fonction du carbonate de calcium. Cette eau a été traitée avec de la chaux (la quantité utilisée a été d'environ 800 parties par million de $\text{Ca}(\text{OH})_2$) et la boue a été remise en cycle comme décrit précédemment. Toutefois, au lieu d'utiliser 0,5 partie par million de Separan, l'on a utilisé 17 parties par million d'alun de filtre en tant qu'agent de coagulation. Les résultats étaient les suivants :

(Voir tableau colonne ci-contre)

La préparation de boues denses par la technique de laboratoire décrite ci-avant prend beaucoup de temps. Des boues denses peuvent être obtenues beaucoup plus rapidement par mise en réaction primitive sous une concentration élevée et ensuite en renvoyant en cycle cette boue pour augmenter encore la densité.

Pour la mise en œuvre de cette conception,

Cycle	Volume de boue après dépôt pendant 15 minutes	Solides secs/l calculés, après dépôt pendant 15 minutes
	%	g
8	31	33
10	32	41
14	34	52
18	36	63

une boue d'alumine relativement dense a été préparée en mettant en réaction une solution de 400 grammes par litre d'alun de filtre avec de l'eau ammoniacale suffisamment concentrée, de qualité réactive, pour précipiter totalement l'alumine. Le produit de cette réaction était une pâte épaisse. Cette pâte a été lavée par décantations successives avec 785 ml d'eau de robinet, en utilisant du Separan pour rendre l'alumine grossièrement floculante. Les décantations, qui ont retiré le sulfate d'ammonium soluble, ont été effectuées dans un vase gradué de un litre, le volume d'alun de filtre à 400 grammes par litre était de 50 ml et le volume de boue d'alumine mesuré après cinq minutes de dépôt était de 215 ml. Une fois que l'alumine a été rendue floculante par utilisation du Separan, elle s'est déposée rapidement, des vitesses de dépôt de 20 cm par minute étant mesurées avec de l'eau à 24 °C.

A la boue déposée et décantée, l'on a ajouté 1 ml de la solution d'alun de filtre à 400 grammes par litre, puis 1 200 ml d'eau brute ayant une alcalinité suffisante pour assurer la précipitation du sulfate d'aluminium dans la solution. Il doit être entendu que si l'alcalinité d'une eau brute n'est pas suffisante pour achever la précipitation du sulfate d'aluminium, l'on peut ajouter de la chaux ou un autre agent de précipitation alcalin. Le mélange a alors été agité pendant 2 minutes, l'on a ajouté du Separan, puis on a fait suivre par une agitation d'une minute et ensuite l'on a laissé à déposer. Après cinq minutes de dépôt, l'on a mesuré le volume de la boue. Le liquide clair et ayant déposé a été décanté à ce moment, en laissant la boue dans le vase. Le procédé a été répété au total huit fois.

	Avant remise en cycle	Après 8 cycles
Volume de boue en 5 minutes	215 ml	215 ml
Poids calculé de $\text{Al}(\text{OH})_3$ /litre de boue déposée en 5 minutes	24,1 g	28 g

L'on remarquera que le volume de la boue d'alumine dense préparée de la manière décrite et utilisée en tant que matière de départ pour la remise en cycle ne s'est pas modifié pendant

8 cycles, tandis que pendant ces 8 cycles le poids de $\text{Al}(\text{OH})_3$ /litre a augmenté d'environ un sixième du poids avant la remise en cycle. En commençant la remise en cycle avec une boue relativement dense, le point où le poids des matières solides de la boue augmente alors que le volume de cette boue reste stationnaire peut être atteint pratiquement immédiatement.

L'on préfère utiliser des agents de floculation organiques, tels que le Separan, ou une matière ayant des propriétés analogues à celui-ci, ou encore de la silice active pour mettre et maintenir la boue sous forme floculée. Les essais ont révélé que le Separan et la silice active sont tous deux efficaces pour le procédé suivant l'invention. Lorsque le produit final du procédé est une eau potable, l'on utilise du Separan NP10, qualité potable, ou une matière analogue approuvée par le « United States Health Service Technical Advisory Committee ».

Pour obtenir une boue floculante, les agents de floculation sont ajoutés au mélange de liquide et de matières solides précipitées avant le dépôt des matières solides.

Les boues denses préparées de la manière décrite ci-avant offrent d'importants avantages par rapport aux boues produites par les moyens actuels, à savoir :

1. Il y a moins de perte d'eau traitée;
2. Le problème d'évacuation de la boue est réduit étant donné que le volume à évacuer est très inférieur;
3. Les boues se déposent plus rapidement, ce qui permet d'utiliser une surface de purification plus petite. Par exemple, avec une boue d'adoucissement dense et floculée relativement riche en magnésium et en traitant une eau ayant une teneur en magnésium relativement élevée, l'on a observé des vitesses de séparation aussi élevées que 30,4 cm par minute, ce qui équivaut à 3,05 litres par dm^2 et par minute. Ceci est à comparer avec la vitesse d'élévation d'environ 0,61 litre par dm^2 et par minute dans les unités de contact de matières solides traitant des eaux ayant une forte teneur en magnésium;
4. Les réactions sont plus complètes et les matières chimiques sont mieux utilisées lorsque la réaction survient en présence d'une boue dense. Les réactions sont également plus rapides, de telle sorte qu'un volume de réaction plus réduit peut être utilisé;
5. Des substances réfractaires, telles que les phosphates, qui s'opposent le plus énergiquement à la bonne marche d'un équipement d'adoucissement classique, sont gênantes dans une bien moindre mesure lorsque des boues denses sont présentes.

L'appareil suivant l'invention est relativement simple. Il comprend une chambre de mélange et de réaction et une chambre de purification, qui peuvent être disposées dans un bassin commun ou

dans des bassins distincts, des moyens de mélange et de floculation, et des moyens pour renvoyer la boue provenant de la chambre de purification à la chambre de mélange et de réaction.

D'autres détails et particularités de l'invention ressortiront de la description ci-après, donnée à titre d'exemple non limitatif et en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

La figure 1 est une vue en coupe verticale d'une installation suivant l'invention, avec la chambre de mélange et de réaction et la chambre de purification dans un bassin commun;

La figure 2 est une vue en coupe verticale d'une installation suivant l'invention avec la chambre de mélange et de réaction et la chambre de purification dans des bassins distincts.

L'installation de la figure 1 comprend un réservoir 10 qui peut avoir une forme appropriée quelconque, mais qui est de préférence rond, avec une paroi verticale 11 et un fond plat 12. Dans le réservoir est alignée au centre une cloison tubulaire 15 qui s'étend depuis une hauteur située un peu au-dessus du niveau maximum du liquide dans le tube et vers le bas, comme représenté.

Une cloison horizontale 16 s'étend en travers de l'espace annulaire situé autour de la cloison tubulaire 15 et elle sépare une chambre de mélange et de réaction supérieure 18 d'une chambre de purification inférieure 19, dont la partie inférieure s'étend sur l'entièreté de la surface en section transversale du réservoir 10.

Un arbre 20 est placé axialement dans le réservoir 10 et il est fixé à l'arbre de sortie d'un groupe moteur-réducteur 21, qui peut être supporté par des moyens appropriés quelconques, tels qu'un pont ou une poutrelle 22 en travers du réservoir 10. L'arbre 20 traverse le tube 15 et pénètre dans la partie inférieure du réservoir jusqu'à une hauteur située au-dessus du fond 12. A l'arbre 20 sont fixés, en un endroit situé au-dessus du bord supérieur du tube 15, des bras horizontaux 23; des bras verticaux 24 auxquels sont fixées des pales mélangeuses 25, s'étendent depuis les bras 23 dans la chambre 18, comme indiqué. A l'intérieur du tube 15, un rotor mélangeur 26 est fixé à l'arbre 20 en dessous de l'extrémité supérieure du tube et un rotor de floculation 27 au voisinage de son extrémité inférieure. Un agitateur 28 s'étend depuis l'arbre 21 en travers de la partie inférieure du réservoir 10.

Plusieurs écrans déflécteurs 29 sont situés en dessous du rotor de floculation 27 dans le tube 15.

Un conduit d'admission de liquide brut 30 mène depuis une source de liquide brut à traiter, non représentée, jusqu'à la chambre de mélange et de réaction 18. Un tuyau à agent de coagulation du rotor de floculation 27. Un tuyau de remise en circulation de boue 35 mène depuis le réservoir, en un endroit situé en dessous de l'agitateur 28, vers le haut à l'extérieur du réservoir.

voir, pour repénétrer ensuite dans le réservoir et déboucher dans la chambre de mélange et de réaction 18. Des moyens appropriés quelconques peuvent être utilisés pour faire monter la boue de la partie inférieure du réservoir jusqu'à la chambre 18. De préférence et comme représenté, l'on prévoit dans ce but un éjecteur 36, qui peut être mis en action par du liquide brut provenant d'une dérivation 37 de la conduite à liquide brut 30. Un tuyau de chasse de boue 38 s'étend depuis une partie inférieure du réservoir 10. L'agent de précipitation pour le traitement du liquide brut est introduit à travers un conduit 39, partant d'une source d'agent de précipitation, tel qu'un dispositif alimenteur non représenté, dans le tuyau de remise en circulation de boue 35, en aval de l'éjecteur 36 et immédiatement avant le point de pénétration du tuyau 35 dans la chambre de mélange et de réaction. De cette façon, l'agent de précipitation est mélangé avec la boue remise en circulation avant qu'elle ne vienne en contact avec la partie principale du liquide brut.

Le liquide traité purifié est prélevé de la partie supérieure de la chambre de purification 19 par des orifices 40 dans un lessiveur 41 qui est fixé à la paroi interne du réservoir et à la face inférieure de la cloison horizontale. Un conduit de sortie 42 pour le liquide purifié part du lessiveur 41 et monte jusqu'à une hauteur légèrement en dessous du bord supérieur du tube 15, de façon à établir le niveau de liquide maximum dans ce dernier.

Lors du fonctionnement, un agent de précipitation et une partie appropriée de la boue remise en cycle sont introduits conjointement dans la chambre de mélange et de réaction, dans laquelle ils sont mélangés avec le liquide brut entrant par le conduit d'admission 30, grâce à la rotation des bras mélangeurs 23, 24 avec leurs pales 25. Une concentration intense de matières solides précipitées est maintenue dans la chambre de mélange et de réaction, de telle sorte que les réactions se déroulent très rapidement. Le mélange du liquide en voie de traitement, des agents de réaction et de la boue remise en cycle déborde par-dessus le bord supérieur de la cloison tubulaire 15 et s'écoule sur la surface du contenu du tube. Un mélange supplémentaire est réalisé par le rotor 26 et les réactions de précipitation sont pratiquement achevées lorsque le mélange descend dans le tube 15. Dans la partie inférieure du tube, l'agent de floculation, tel que du Séparan ou de la silice active, est ajouté et incorporé au mélange par le rotor de floculation 27. Les écrans 29 empêchent le rotor de floculation de se contenter de mettre en rotation le liquide et ils facilitent la production d'une agitation assurant un bon mélange et une bonne floculation.

A cause de la grande surface transversale de la partie inférieure de la chambre de purification, la vitesse d'écoulement du mélange péné-

trant dans la chambre de purification 19 est fortement réduite et la boue se sépare du liquide traité pour se déposer dans la partie inférieure du réservoir 10, tandis que le liquide s'élève vers le lessiveur 41 et y pénètre, pour en être prélevé par l'intermédiaire du conduit de sortie 42. L'agitateur 28 maintient la boue dans un état semi-fluide, de telle sorte qu'elle peut être remise en cycle à l'aide de l'éjecteur 36, par l'intermédiaire du tuyau de remise en circulation 35, vers la chambre de mélange et de réaction 18. Bien évidemment, plus la boue devient dense sous l'effet de la poursuite de la remise en cycle et plus courte sera la période requise pour son dépôt.

L'arbre 20 est mis en rotation à une vitesse relativement lente, par exemple de 5 tours par minute.

Lorsqu'elle est utilisée pour des réactions de précipitation mettant en œuvre de la chaux ou des cendres de soude en tant qu'agent de précipitation, l'invention se prête aisément à une commande automatique d'après le rapport de la conductivité existant dans la chambre de mélange et de réaction et de celle du liquide brut, comme décrit dans une demande de brevet aux Etats-Unis d'Amérique le 26 décembre 1962. Dans ce cas, des électrodes 45 et 46 d'une paire de cellules de conductivité sont installées de façon à s'étendre dans le conduit à liquide brut 30 et dans la chambre de mélange et de réaction 18, respectivement. Les cellules de conductivité sont connectées électriquement à un régulateur de rapport de conductivité, non représenté, et elles lui transmettent des signaux correspondant aux conductivités mesurées par leurs électrodes. Le régulateur de rapport de conductivité fait démarrer et arrêter l'écoulement de l'agent de précipitation dans le conduit 39 suivant les signaux électriques reçus à partir des électrodes 45 et 46, de façon à maintenir le rapport de conductivité pour lequel il a été réglé. Ce rapport est réglé de façon à assurer qu'un excédent appréciable d'agent de précipitation soit envoyé à la chambre de mélange et de réaction, par rapport à ce qui est nécessaire pour le traitement du liquide brut pénétrant dans cette chambre de mélange et de réaction.

Si on désire utiliser l'excédent d'agent de précipitation pour traiter une quantité supplémentaire de liquide brut, un conduit de dérivation 48 partant du conduit d'admission en liquide brut 30 et débouchant dans le tube 15 au voisinage du rotor 26, peut être prévu.

Le régulateur de rapport de conductivité ne fait pas partie de la présente invention, mais il a été mentionné uniquement en tant qu'une forme particulièrement avantageuse de régulateur d'alimentation pour certains agents de précipitation qui peuvent être appliqués en liaison avec le procédé et l'appareil suivant l'invention.

Il doit toutefois être entendu que l'invention n'est pas limitée à ce genre de commande automatique mais peut être mise en œuvre avec n'importe quel autre type approprié de commande ou avec un réglage manuel de l'alimentation en agent de précipitation vers la chambre de réaction.

A la figure 2, la chambre de mélange et de réaction 50 et la chambre de purification 51 sont disposées dans des réservoirs distincts 52 et 53. Une cloison horizontale 55 s'étend en travers du réservoir 52, en y séparant la chambre de mélange et de réaction 50 d'une chambre de floculation inférieure 57. Les deux chambres sont mises en communication hydraulique par des lumières 58 pratiquées dans la cloison 55. Un conduit 59 relie la chambre de floculation 57 à la chambre de purification 51, comme représenté.

Un arbre 60 est aligné axialement dans le réservoir 52 et s'étend à travers la chambre supérieure 50 et dans la chambre inférieure 57, cet arbre portant un rotor mélangeur 61 dans la chambre 50 et un rotor de floculation 62 dans la chambre 57. L'arbre 60 est relié à l'arbre de sortie d'un ensemble moteur-réducteur 63 qui peut être supporté par des moyens appropriés quelconques, tels qu'un pont 64 en travers du réservoir 52. L'eau brute est introduite dans la chambre de mélange et de réaction 50 par l'intermédiaire d'un conduit à eau brute 65. De la boue est renvoyée en cycle depuis la partie inférieure de la chambre de purification 51, par l'intermédiaire d'une conduite de remise en circulation de boue 66. Des moyens appropriés, tels qu'une pompe ou un éjecteur 67, mis en fonctionnement par du liquide brut, sont prévus pour transporter la boue remise en cycle vers la chambre de mélange et de réaction 50. L'agent de précipitation, transporté par l'intermédiaire d'un tuyau 68, est envoyé dans la conduite de remise en circulation de boue 66, de telle sorte que la boue remise en cycle et l'agent de précipitation pénètrent conjointement dans la chambre 50, où ils sont mélangés avec l'eau brute par la rotation du rotor 61. Le mélange pénètre alors dans la chambre de floculation 57 par l'intermédiaire de lumières 58. Un agent de floculation, tel que du Separan par exemple, est envoyé dans la chambre 57 par l'intermédiaire d'un conduit 69 et y est incorporé dans le mélange liquide traité-boue par la rotation du rotor de floculation 62. Le mélange floculé parvient dans le purificateur 51 par l'intermédiaire d'un conduit 59. La boue se dépose sur le fond du purificateur, tandis que le liquide traité et purifié s'élève et s'écoule dans le lessiveur 70, d'où il est prélevé par l'intermédiaire d'une conduite de liquide effluent 71. La boue est maintenue dans un état suffisamment fluide, de telle sorte qu'elle peut être remise en cycle vers la chambre de mélange et de réaction à l'aide d'une barre d'agitation 75 qui est fixée à

un arbre 76 entraîné par un ensemble moteur-réducteur 77 à une vitesse appropriée.

Le fonctionnement de cette forme de réalisation de l'invention peut également être réglé par un régulateur de rapport de conductivité de la même manière et avec les mêmes moyens que pour la forme de réalisation de la figure 1.

L'on se rend compte que les boues à teneur élevée en magnésium et/ou en aluminium produites suivant l'invention ont une beaucoup plus grande densité que des boues analogues produites par les procédés actuels. En fait, la vitesse de dépôt des boues suivant l'invention est au moins cinq fois celle des boues ayant une même composition chimique obtenue dans les blocs de contact de matières solides à grande vitesse. Il doit être entendu, toutefois, que l'invention ne s'applique pas uniquement à des boues contenant du magnésium et/ou de l'aluminium, mais qu'elle peut être utilisée très avantageusement pour augmenter la densité apparente de boues de carbonate de calcium pur jusqu'à une valeur bien supérieure à toutes celles obtenues avec les procédés actuels de précipitation.

A cause de l'augmentation pratiquement rectiligne du poids des matières solides sèches par litre, sans augmentation de volume de la boue, il semble certain qu'une mise en cycle supplémentaire augmentera constamment la densité apparente de la boue déposée par rapport à ce qui a été obtenu jusqu'à présent. Ces résultats hautement désirables avec tous les avantages qu'ils entraînent sont obtenus d'une façon simple et économique.

De nombreuses variantes du procédé et de l'appareil décrits ci-avant peuvent être conçues sans sortir du cadre de la présente invention. Ainsi, alors que l'étape de floculation est désirable pour les meilleurs résultats, le procédé peut dans des circonstances favorables être réalisé sans floculation et, dans ce cas, la chambre de floculation et le rotor de floculation seront bien évidemment omis. Il sera également évident pour les techniciens en la matière que dans de relativement grands bassins il peut être désirable de disposer la chambre de mélange et de réaction dans la partie inférieure du réservoir et la chambre de purification dans la partie supérieure à cause du poids du contenu de la chambre de mélange et de réaction.

RÉSUMÉ

A. Procédé pour le traitement d'un liquide brut par des réactions de précipitation chimiques, pour préparer une boue d'une densité élevée prédéterminée à partir d'une boue ayant une densité plus faible, caractérisé par les points suivants séparément ou en combinaisons :

1° Il consiste à remettre en cycle continuellement la boue de faible densité, à ajouter à ladite

boue de faible densité pendant chaque remise en cycle un agent de précipitation et une quantité supplémentaire de liquide brut, à séparer le liquide traité de la boue, à retenir l'ensemble de la boue dans le processus de remise en cycle jusqu'à ce que ladite densité élevée prédéterminée soit atteinte, et ensuite à retirer du processus la boue qui n'est pas nécessaire pour maintenir ladite densité élevée prédéterminée;

2° On produit ladite boue de faible densité par une précipitation chimique de matières solides à partir du liquide brut;

3° On prépare ladite boue à faible densité en effectuant des réactions de précipitation à une concentration élevée;

4° On soumet à floculation la boue pendant la remise en cycle;

5° Le liquide brut est une eau contenant des matières minérales provoquant la précipitation d'une boue légère et volumineuse lorsqu'elle est traitée avec un agent de précipitation;

6° Les dites matières minérales sont le magnésium et/ou l'aluminium;

7° On précipite encore la boue par addition d'un agent de précipitation et de liquide brut pendant chaque remise en cycle de ladite boue à faible densité, et l'on sépare l'eau traitée de la boue pour la retirer;

8° On règle la proportion de la boue remise en cycle vis-à-vis de la boue encore précipitée de telle sorte qu'au cours de chaque cycle l'addition maximum de matières solides de boue vis-à-vis du poids de matières solides de boue remises en cycle est d'environ 10 %;

9° On prépare une boue relativement dense en tant que matière de départ par mise en réaction d'une solution concentrée de matières minérales provoquant la précipitation d'une boue légère et volumineuse lorsqu'elle est traitée avec un agent de précipitation, avec un agent de précipitation suffisamment concentré pour précipiter totalement ladite matière minérale, puis en augmentant la densité de ladite boue de départ par mise en cycle de celle-ci et, au cours de chaque cycle, par addition d'agent de précipitation et de liquide brut, en floculant le mélange boue-liquide et en séparant le liquide traité de la boue;

10° On fait réagir une solution concentrée de sulfate d'aluminium avec un agent de précipitation suffisamment concentré pour précipiter totalement ledit sulfate d'aluminium, on fait floculer la boue d'hydroxyde d'aluminium résultante, l'on remet en cycle la boue floculée pour l'épaissir encore plus et l'on y ajoute, au cours de chaque cycle, une relativement faible quantité de ladite solution concentrée de sulfate d'aluminium et une plus forte quantité de liquide brut ayant une alcalinité suffisante pour

précipiter le sulfate d'aluminium, on sépare le liquide de ladite boue et on continue la mise en cycle pour atteindre et maintenir la densité désirée.

B. Appareil pour la mise en œuvre du procédé suivant, séparément ou en combinaisons :

1° Il comprend une chambre de mélange et de réaction, une chambre de floculation et une chambre de purification, lesdites chambres étant distinctes mais en communication hydraulique afin de permettre une circulation en série, des moyens pour introduire du liquide à traiter dans ladite chambre de mélange et de réaction, des moyens pour introduire l'agent de précipitation dans ladite chambre de mélange et de réaction, des moyens pour prélever du liquide purifié traité à partir de ladite chambre de purification, des moyens pour remettre continuellement en cycle la boue se déposant sur le fond de ladite chambre de purification vers ladite chambre de mélange et de réaction, des moyens pour mélanger l'agent de précipitation et la boue remise en cycle avec le liquide brut dans la chambre de mélange et de réaction, des moyens pour introduire un agent de floculation dans ladite chambre de floculation et pour l'y mélanger avec le mélange boue-liquide quittant ladite chambre de mélange et de réaction, afin de provoquer la floculation de ladite boue, et des moyens pour prélever de ladite chambre de purification la boue en excédent de celle requise pour la remise en cycle de façon à atteindre et à maintenir ladite densité prédéterminée de la boue;

2° L'appareil comprend un réservoir, un tube aligné axialement dans ledit réservoir et séparé de la paroi du réservoir par un espace annulaire, ledit tube s'étendant depuis une hauteur située en dessous du niveau normal de liquide vers le bas et son extrémité inférieure étant espacée du fond du réservoir, une cloison horizontale en travers dudit espace annulaire, ladite chambre de mélange et de réaction étant située dans ledit espace annulaire au-dessus de ladite cloison et se trouvant en communication hydraulique avec ledit tube par-dessus son bord supérieur, ladite chambre de purification étant située dans ledit espace annulaire en dessous de ladite cloison et s'étendant en travers de la partie de fond dudit réservoir, tout en étant mise en communication hydraulique avec ledit tube par l'intermédiaire de son extrémité inférieure, un rotor mélangeur dans ladite chambre de mélange et de réaction, un rotor ou agitateur de floculation dans ledit tube étant disposé de façon à provoquer la floculation du mélange boue-liquide s'écoulant depuis la chambre de mélange et de réaction par-dessus le bord supérieur du tube avant un dépôt quelconque de la boue à partir du mélange, et des moyens pour mettre en rotation ledit rotor mé-

[1.392.469]

— 8 —

lanceur et ledit rotor de floculation;

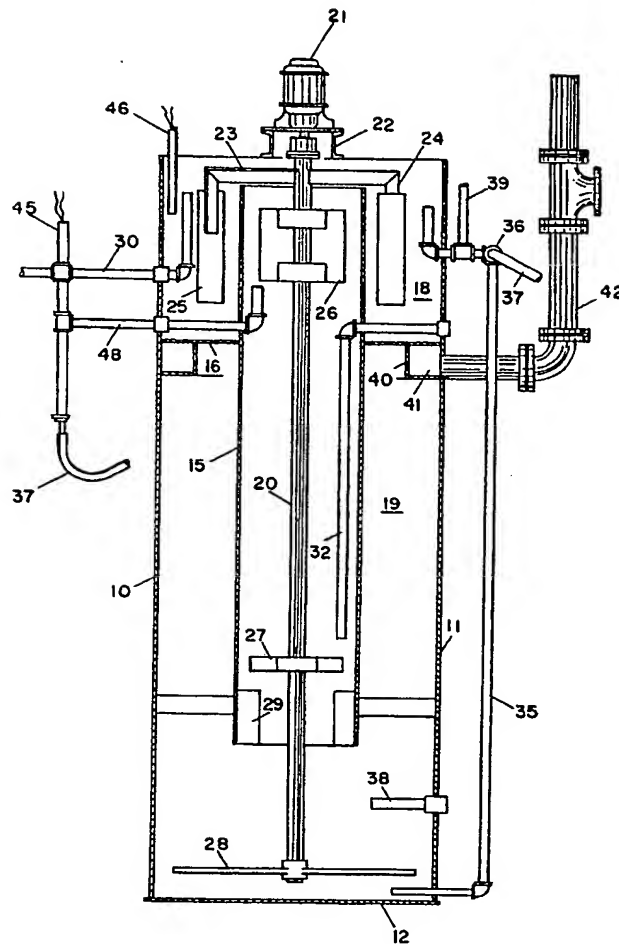
3° L'appareil comprend des moyens pour agi- | ter la boue se déposant dans la partie inférieure
dudit réservoir.

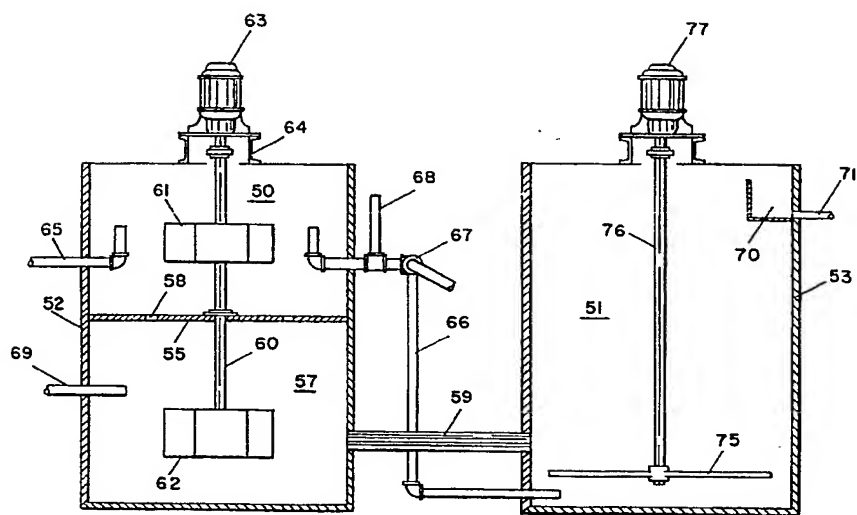
Société dite : INFILCO INCORPORATED

Par procuration :

SIMONNOT, RINUY & BLUNDELL

Pour la vente des fascicules, s'adresser à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention, Paris (15°).

*Fig. 1.*

*Fig. 2.*